

TP 2

Mesure Directe de la Réponse d'un Système

I. Objectif de TP

Ce TP a pour objectif de vous familiariser avec les techniques de mesure directe sur le logiciel Matlab/Simulink et à exploiter les données de mesure par des méthodes simples. Aussi, il a pour objectif de tracer les différentes réponses temporelles et fréquentielles d'un système directement à partir du schéma bloc (schéma fonctionnel).

II. Lancement du Simulink

Etape 1: Lancer Simulink en tapant simulink à l'invite de commande (fig-1).

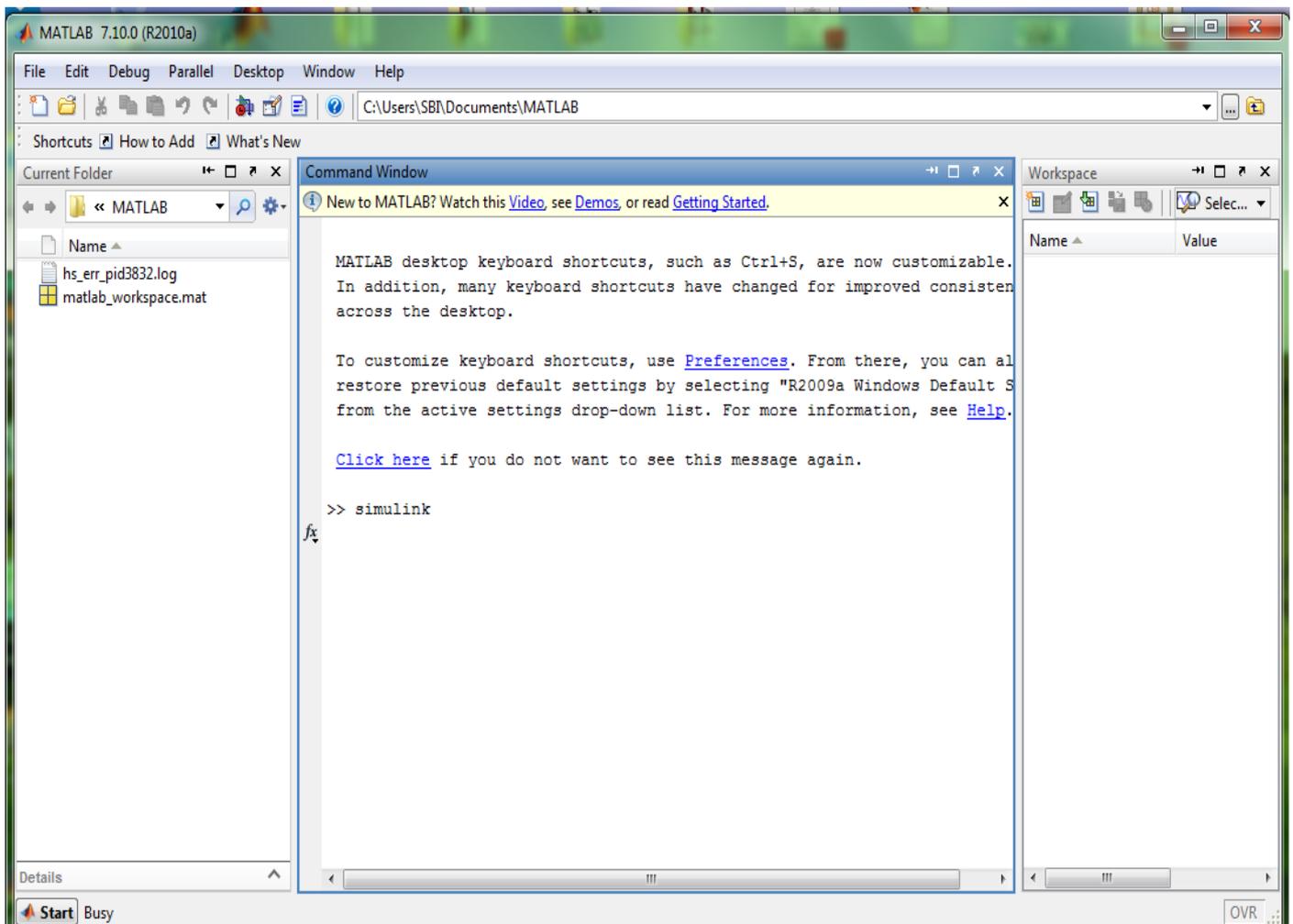


Fig-1. L'invite de commande du Matlab/Simulink

Après un moment, le gestionnaire de bibliothèques est alors lancé comme le montre la figure 2.

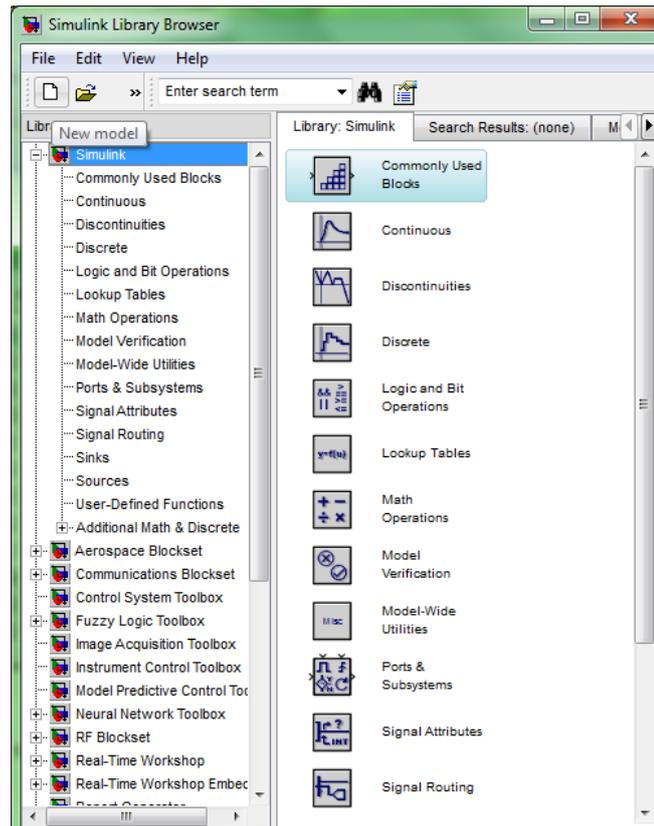


Fig-2. gestionnaire de librairies

Pour créer un nouveau modèle Simulink, en appuyant sur l'icone " *New model* ". Alors, une fenêtre vierge de modèle Simulink est ouverte (fig-3) d'où en peut construire les circuits et les schémas bloc souhaités.

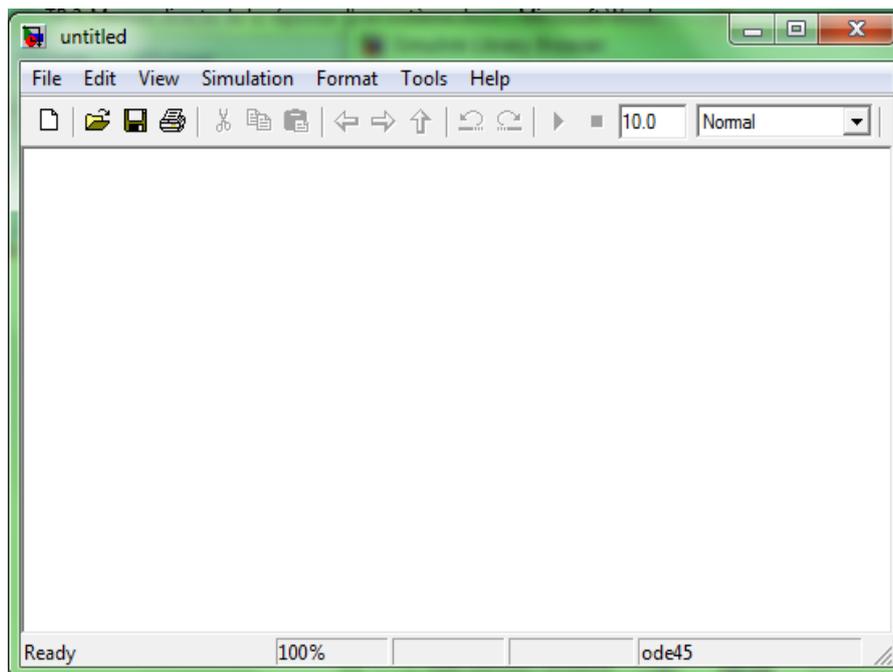


Fig-3. Création d'un modèle Simulink

Étape 2: Etablir le schéma fonctionnel du système ou circuit dont on veut analyser son comportement. A titre d'exemple, on prend le circuit RL ci-dessous.

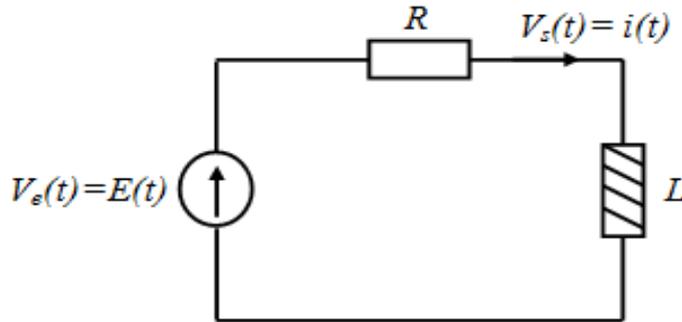


Fig-4. Circuit RL

$$V_e(t) = R i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$$

$$\frac{di(t)}{dt} = -\frac{R}{L} i(t) + \frac{1}{L} V_e(t)$$

$$\Rightarrow \frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{L} (V_e(t) - R i(t))$$

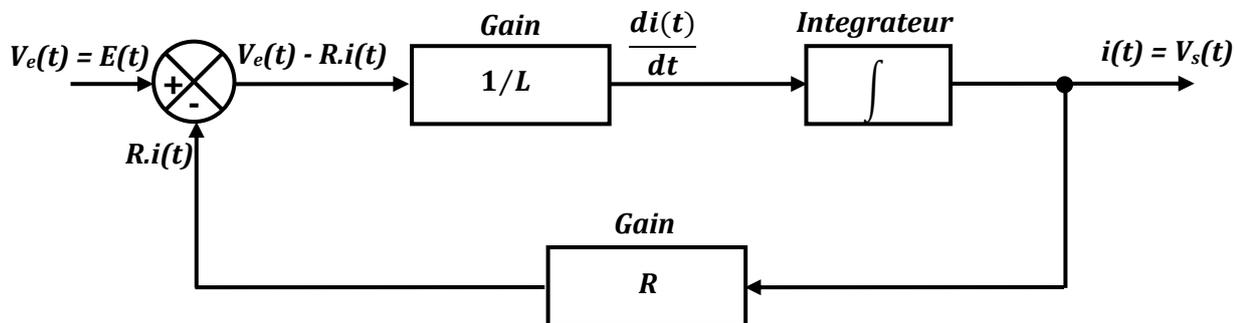


Fig-5. Schéma bloc du circuit

Étape 3: Etablir le schéma bloc obtenu dans la fenêtre Simulink ouverte précédemment.

Le courant $i(t)$ est l'intégrale de la soustraction algébrique de deux termes multipliée par $\frac{1}{L}$. par Drag and Drop depuis le gestionnaire de librairie, insérer les blocs constituant le schéma bloc dans la fenêtre Simulink, à savoir:

- **Sommateur:** disponible dans la librairie **Simulink** \mapsto **MathOperation** \mapsto **Sum**

Placer le sommateur dans la fenêtre simulink puis double-cliquer sur le composant **Sum** et ajuster le paramètre **List of signs** à la valeur |+- (fig-7).

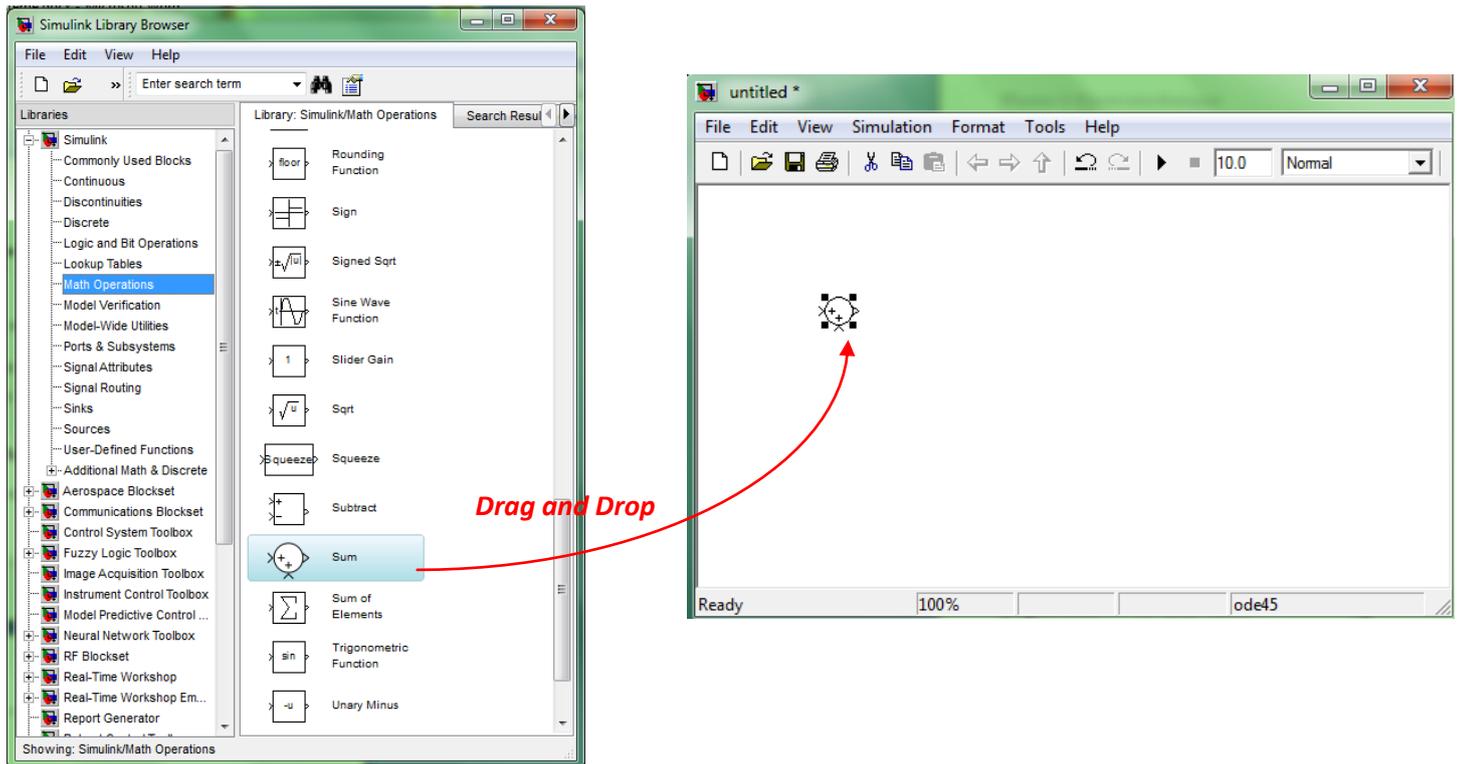


Fig-6. Ajout d'un sommateur au modèle Simulink

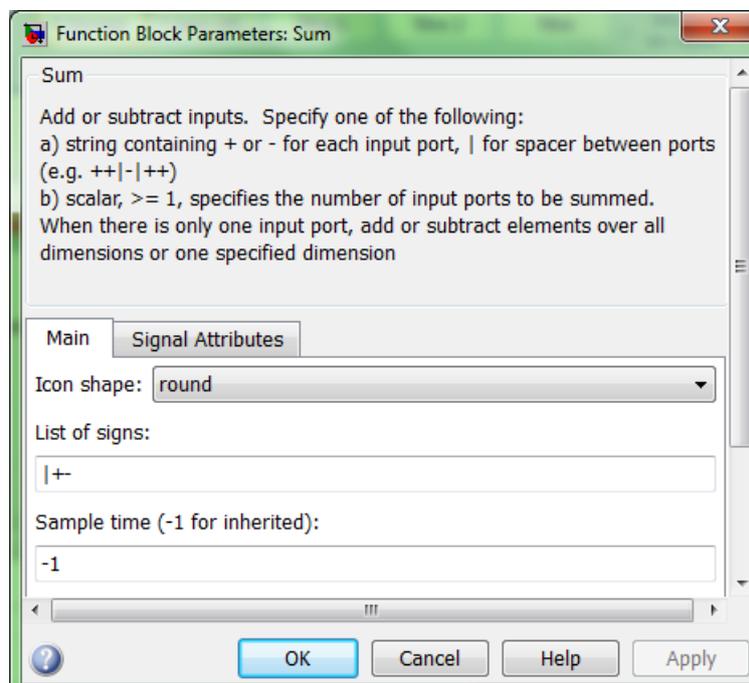


Fig-7. Configuration d'un sommateur

- **Gain:** disponible dans la librairie **Simulink** \mapsto **MathOperation** \mapsto **Gain**
 Placer l'élément et régler son paramètre Gain à $\frac{1}{L}$. La valeur de **L** sera définie ultérieurement dans un fichier Matlab de définition des constantes.

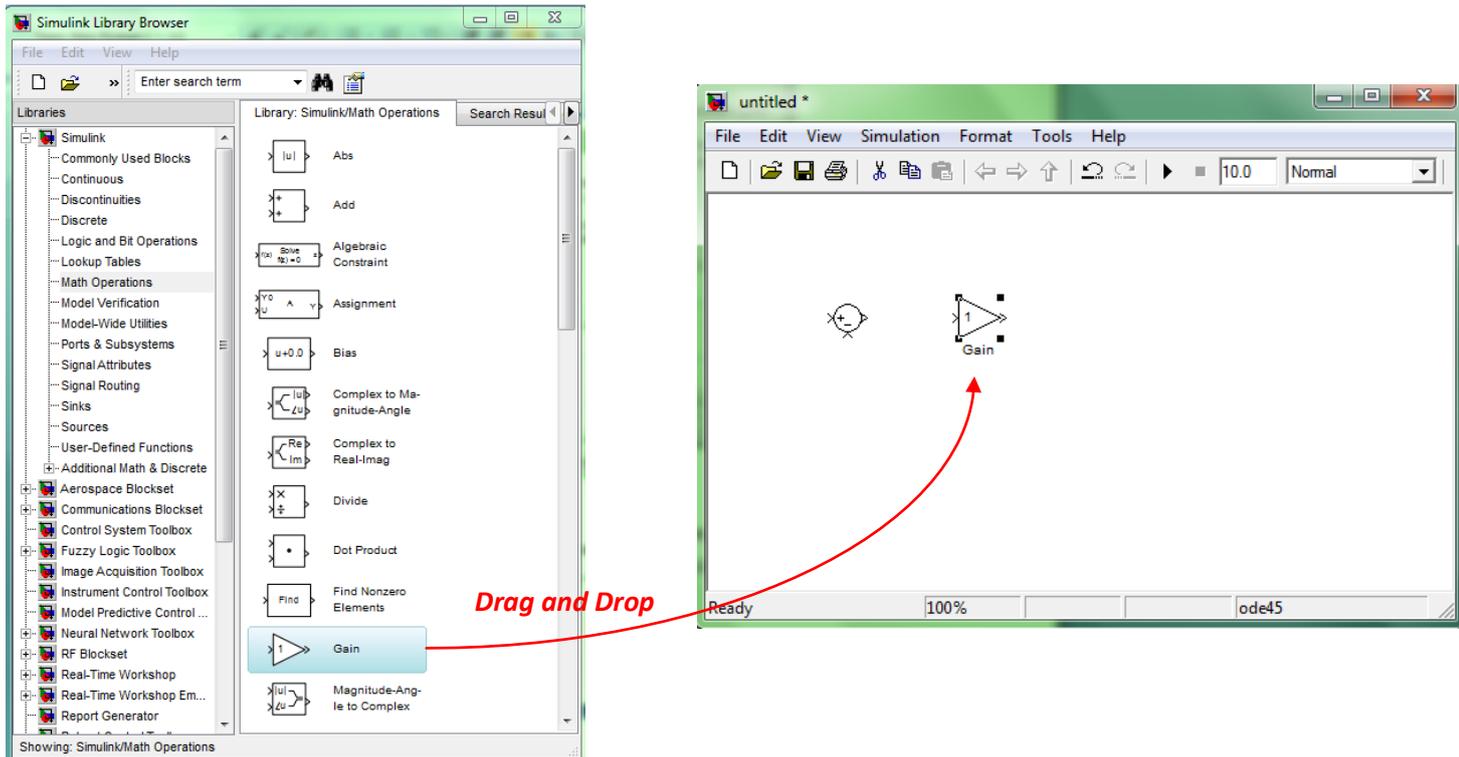


Fig-8. Ajout du gain au modèle Simulink

Vu qu'on est besoin de deux gains, par copier-coller, nous créons un deuxième bloc de gain dont son paramètre gain est régler à R qui sera aussi définie dans le même fichier Matlab de définition des constantes où on a définie la valeur de L .

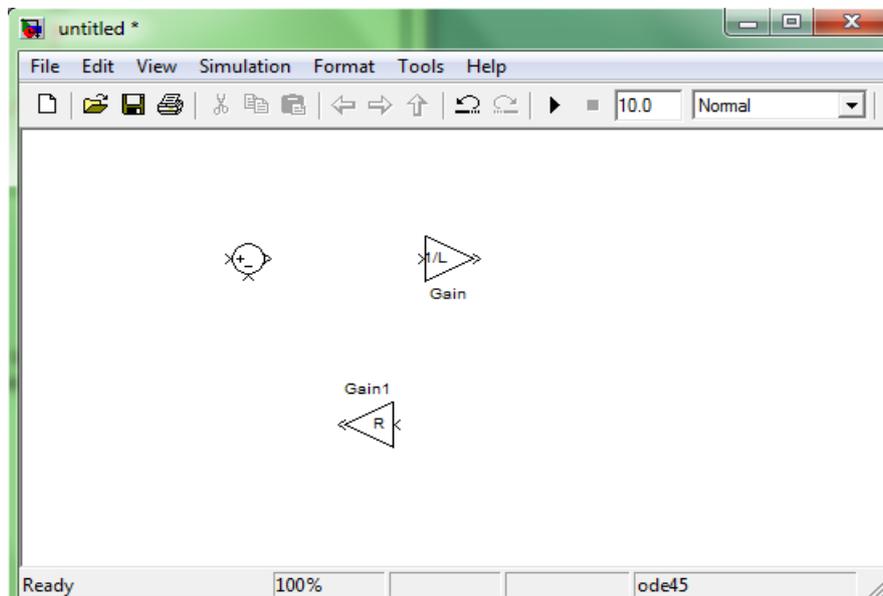


Fig-9. Rotation d'un bloc

Pour faire la rotation du bloc comme le montre la figure ci-dessus (**gain R**), il suffit de cliquer par bouton gauche sur le bloc puis cliquer sur (**Ctrl+R**) du clavier une, deux ou trois fois jusqu'à que le bloc prend le sens souhaité.

Master I: Electrotechnique

Matière: TP Modélisation et Identification des Systèmes Electriques

- **Intégrateur**: disponible dans la librairie *Simulink* \rightarrow *Continuous* \rightarrow *Integrator*

Placer l'intégrateur et régler sa condition initiale à 0

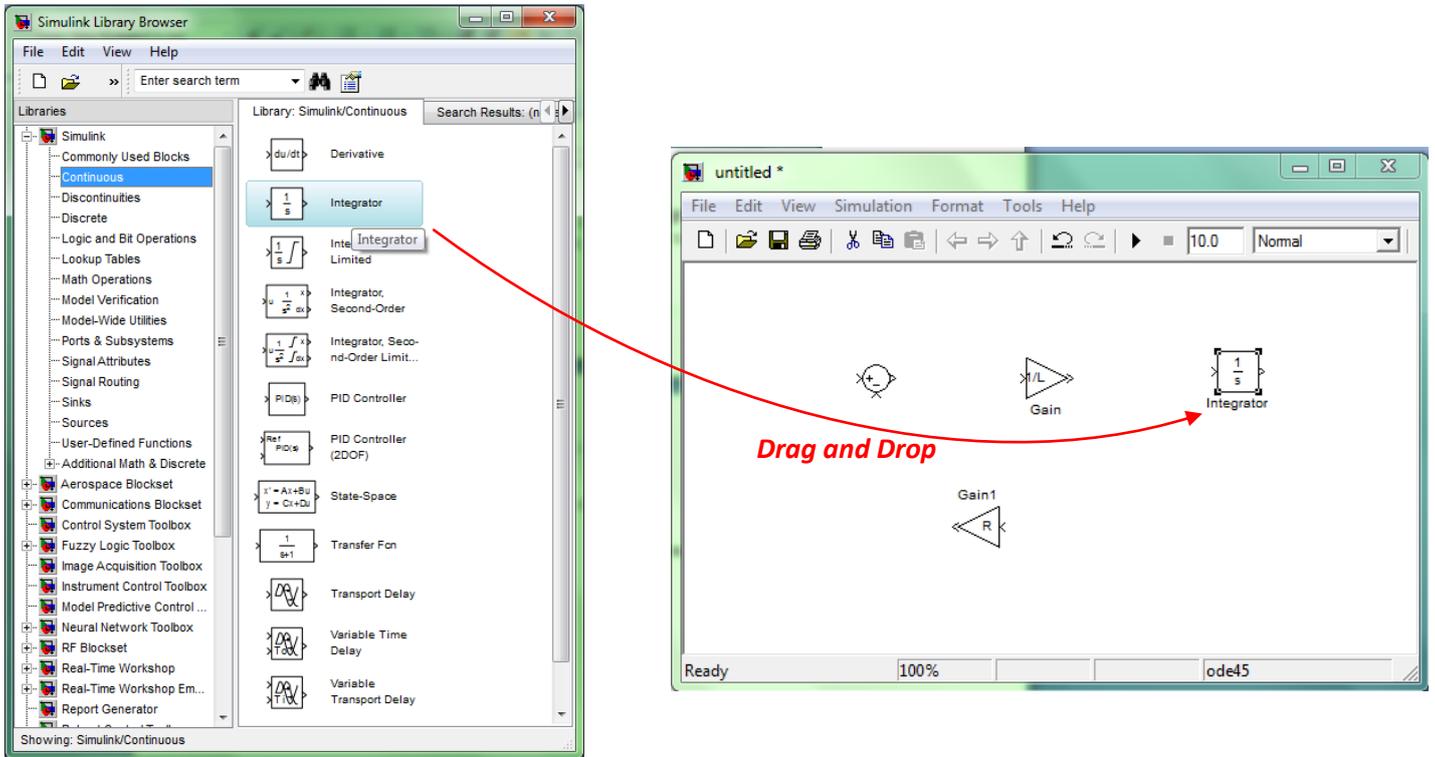


Fig-10. Ajout de l'intégrateur au modèle Simulink

Une fois les blocs placés et réglés, les connecter entre eux, et pour cela, cliquer sur la sortie du composant à connecter et déplacer jusqu'à l'entrée du composant suivant à connecter (voire figure 11).

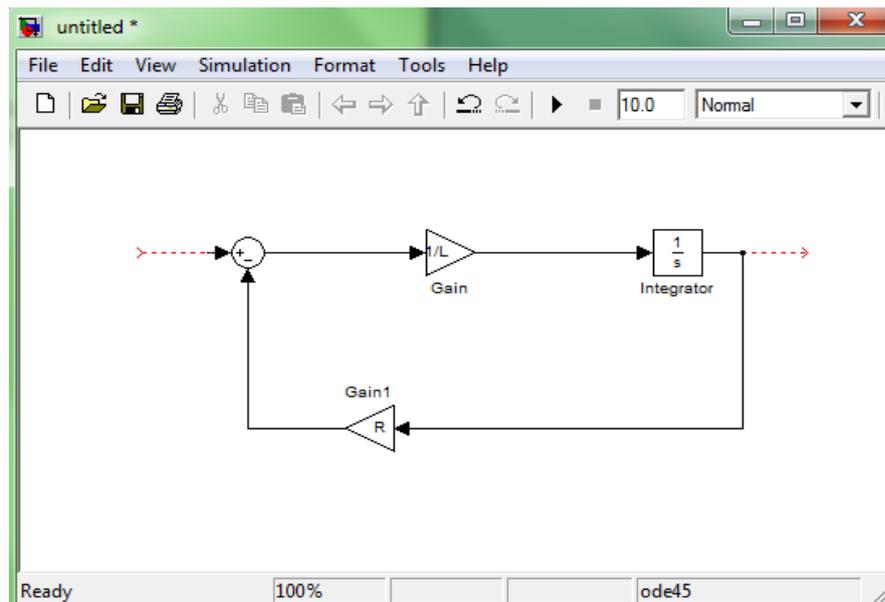


Fig-11. Création du circuit en modèle Simulink

Pour labeler les connexions, double-cliquer sur le lien de connexion entre deux blocs et entré le label souhaité. Par exemple, à la sortie du gain $\frac{1}{L}$, le signal obtenu est $\frac{di(t)}{dt}$ et le signal à la sortie de l'intégrateur est $i(t)$.

Concernant l'enregistrement, Le modèle Simulink établi doit être sauvegardé sous l'extension ".mdl", soit circuit_rl.mdl pour notre cas (voire figure 12).

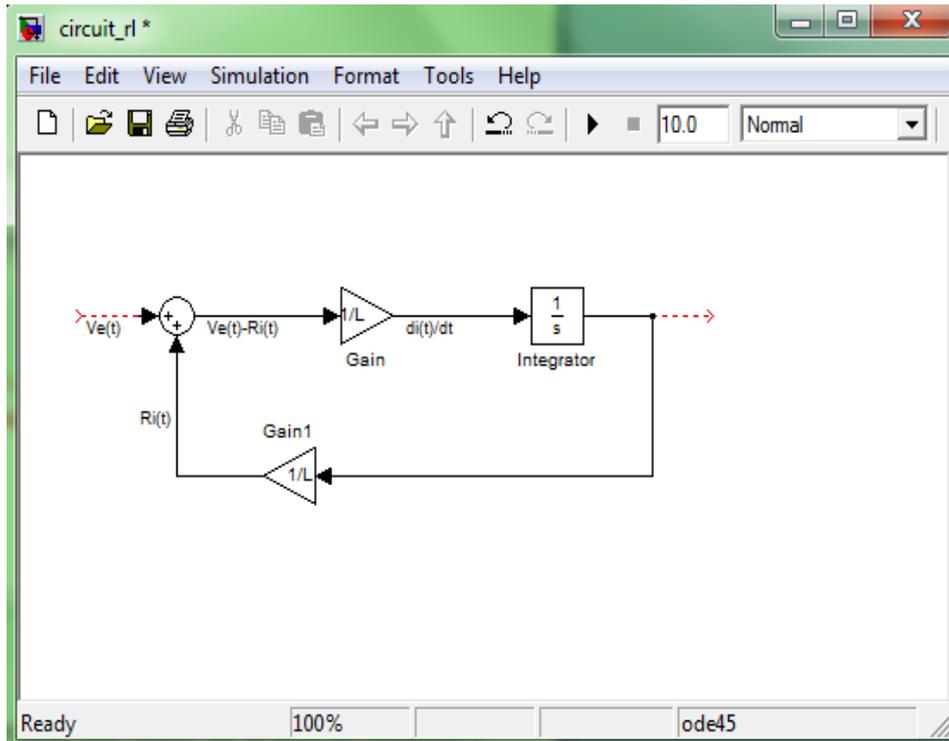


Fig-12. Labellement des liens de connexion

Étape 4: Réglage des paramètres du modèle.

Le réglage des paramètres du modèle peut être effectué de plusieurs manières:

- En insérant directement les valeurs dans les blocs du modèle Simulink: ne pas utiliser cette méthode en particulier lorsque certains paramètres sont communs à plusieurs blocs du système!
- En entrant la valeur de ces paramètres en ligne de commande Matlab, par exemple:

$$J = 3.2284E-6;$$

- En entrant les paramètres via un fichier "**MATLAB .m**", et en chargeant ce fichier automatiquement avant chaque simulation. Cette méthode étant la plus propre et la plus efficace, c'est pourquoi nous l'utiliserons en suivant les points suivants:

⇒ Créer un nouveau fichier ".m" depuis la fenêtre MATLAB (non Simulink). Entrer les paramètres du circuit (fig-13). Enregistrer le fichier sous le nom "**circuit_rl_parametres.m**".

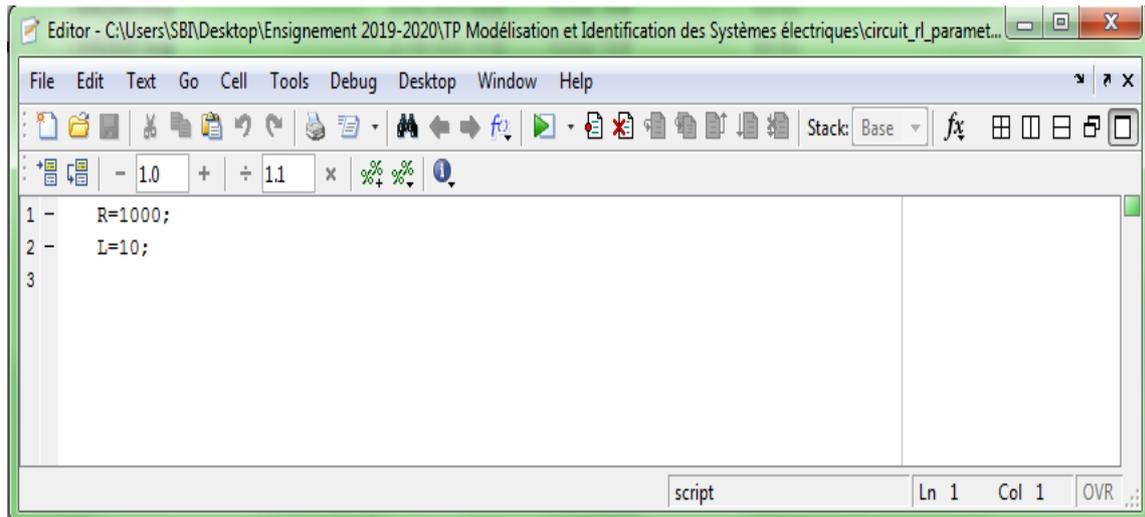


Fig-13. Création d'un fichier exécutable ".m"

⇒ Dans le modèle Simulink, aller dans le menu: **File** ↪ **Model Properties** ↪ **Call Back**. Dans le champ Model Initialisation function "**InitFcn**", entrer le nom du script de configuration à charger (**circuit_rl_parametres**) et ceci comme le montre la figure 14.

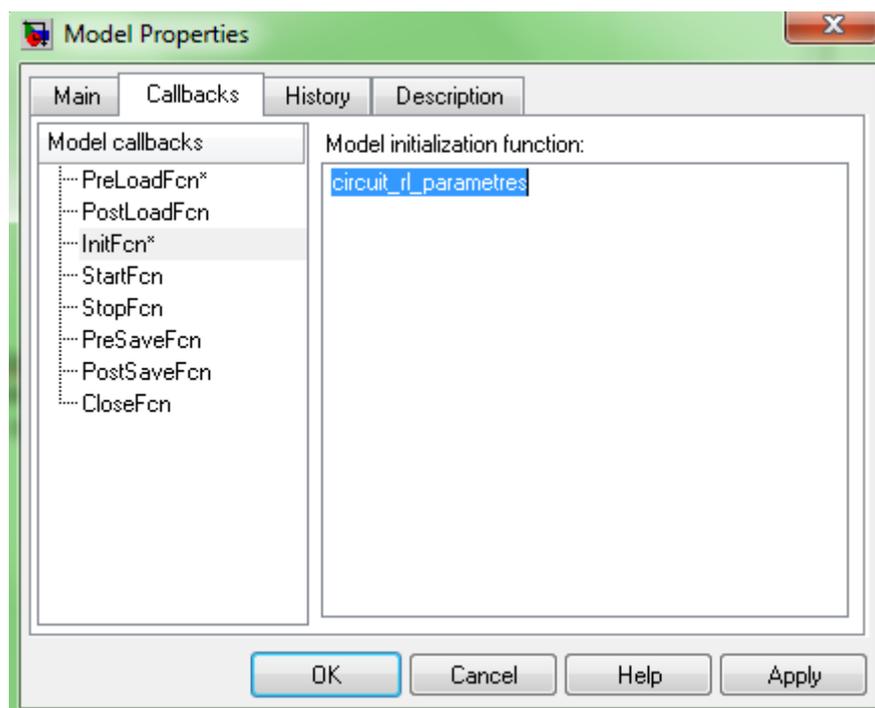


Fig-14. Chargement des données du système (circuit)

Etape 5: Alimenter le circuit par un échelon de tension et l'insertion d'un oscilloscope.

L'échelon est disponible dans la librairie: **Simulink** ↪ **Sources** ↪ **Step**.

L'oscilloscope est disponible dans la librairie: **Simulink** ↪ **Sinks** ↪ **Scop**.

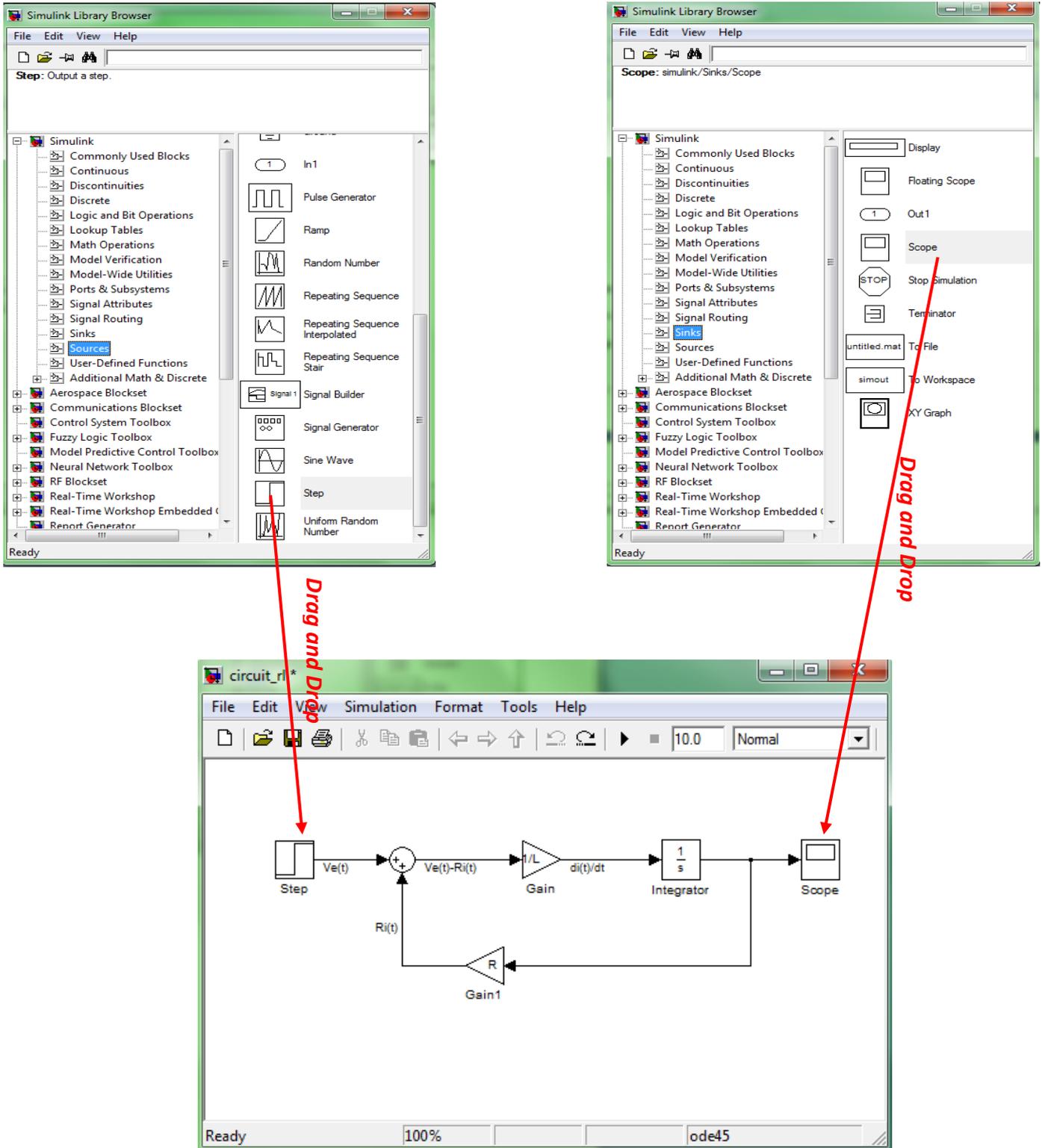


Fig-15. Alimentation du circuit et l'insertion de l'oscilloscope

Après l'emplacement de l'échelon, ajuster son paramètre *Final value* à la valeur 12V.

Pour que l'oscilloscope affiche la courbe dès le début (à partir du 0 seconde), double-cliquer sur le scope, puis cliquer sur l'icône "Parameters", aller sur "Data history" et décocher "Limit data points to last" et cliquer sur "OK" pour valider l'opération (voire figure 16).

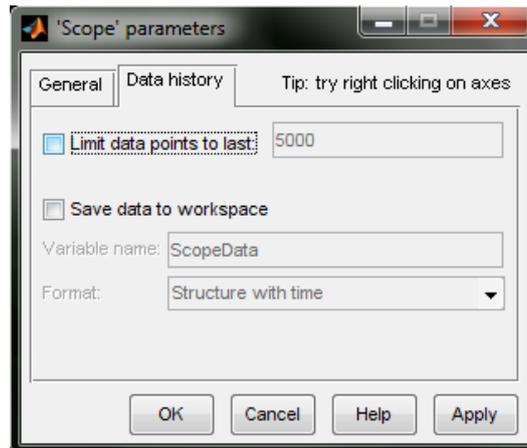


Fig-16. réglage de l'oscilloscope

Etape 6: Réglage des paramètres de simulation.

⇒ Régler les paramètres de simulation, sur le modèle Simulink, aller dans:

Simulation → **Configuration Parameters**

Choisir *ode15s (stiff/NDF)* comme solveur avec un pas de calcul variable, les valeurs max et min étant réglées automatiquement. Régler le temps de simulation à 0.4 secondes (*stop time*) (fig-17).

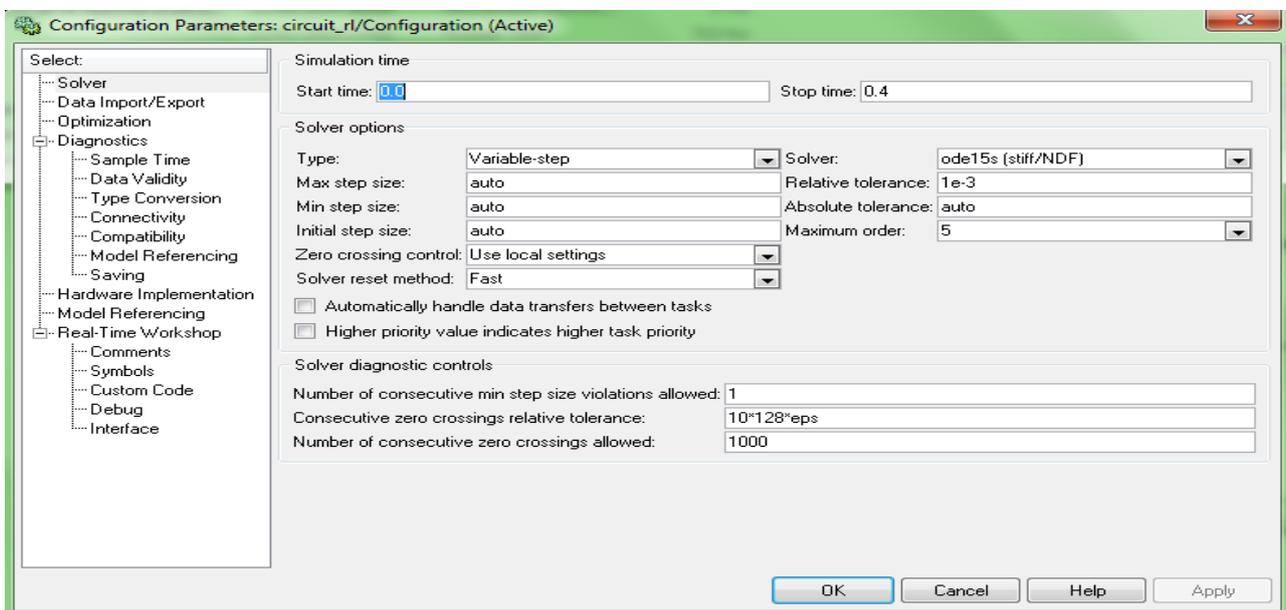


Fig-17. Réglage des paramètres de simulation

⇒ Sélectionner les signaux d'entrée et sortie qui caractérisent la fonction de transfert. Pour cela, en cliquant-droit sur la connexion désirée à définir comme le montre la figure ci dessus, soit:

- Pour définir la connexion comme signale d'entrée: **Linearization point** → **Input point**
- Pour définir la connexion comme signale de sortie: **Linearization point** → **Output point**

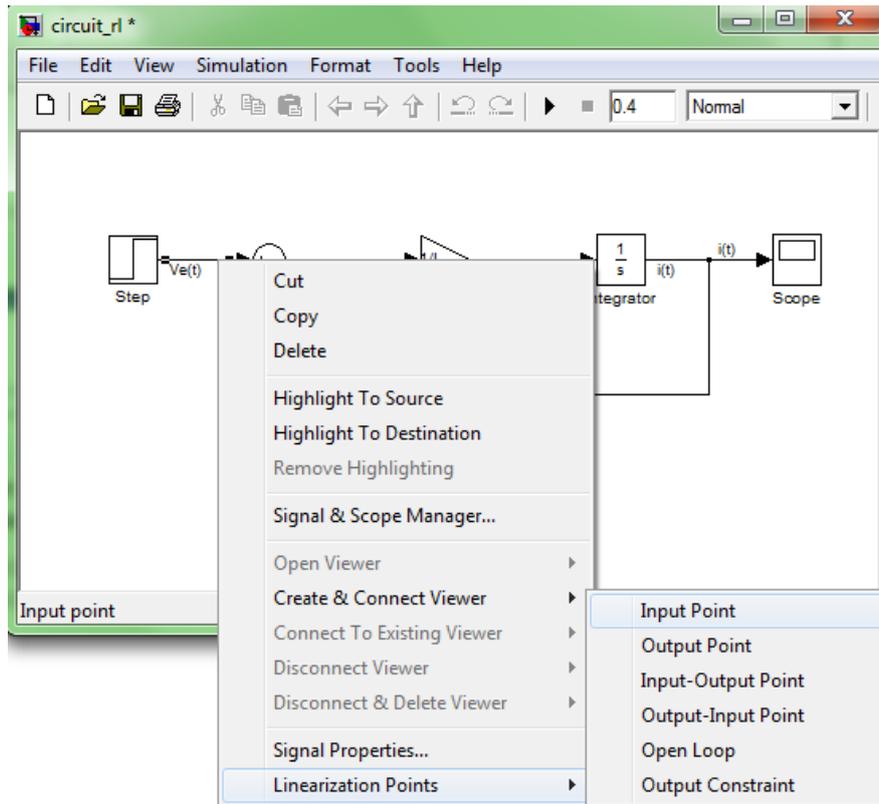


Fig-18. Choix des signaux d'entrée et sortie

Etape 7: Tracer les différentes réponses temporelles et fréquentielles.

⇒ Lancer la simulation du modèle établi sur fenetre Simulink en cliquant sur " Start simulation ►"

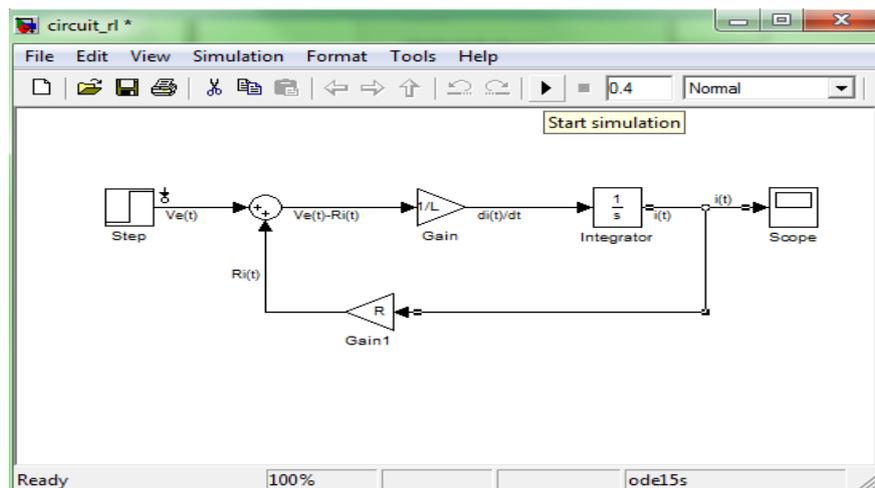


Fig-19. Lancement de la simulation

⇒ Pour visualiser la réponse indicielle du système, ainsi que le diagrammes de Bode, le diagramme de Nyquist et le diagramme de Nichols, il suffit d'aller dans le menu du modèle Simulink:

Tools ↪ **Control Design** ↪ **Linear analysis**

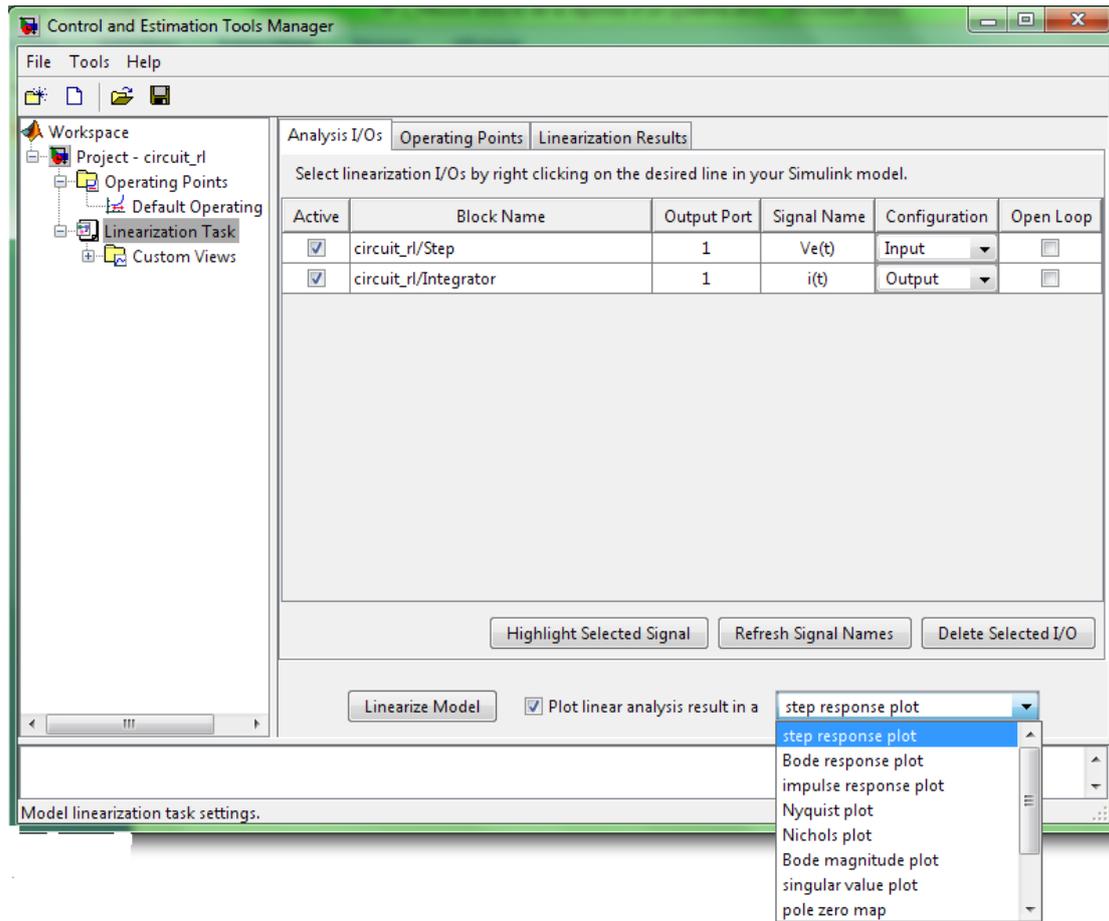


Fig-20. Lancement des tracés

Pour visualiser la réponse indicielle du système il suffit de cliquer sur "**Step response plot**" qui veut dire en français "**tracer la réponse indicielle**" et puis cliquer sur "**Linearize model**" et en obtiendra le tracé suivant:

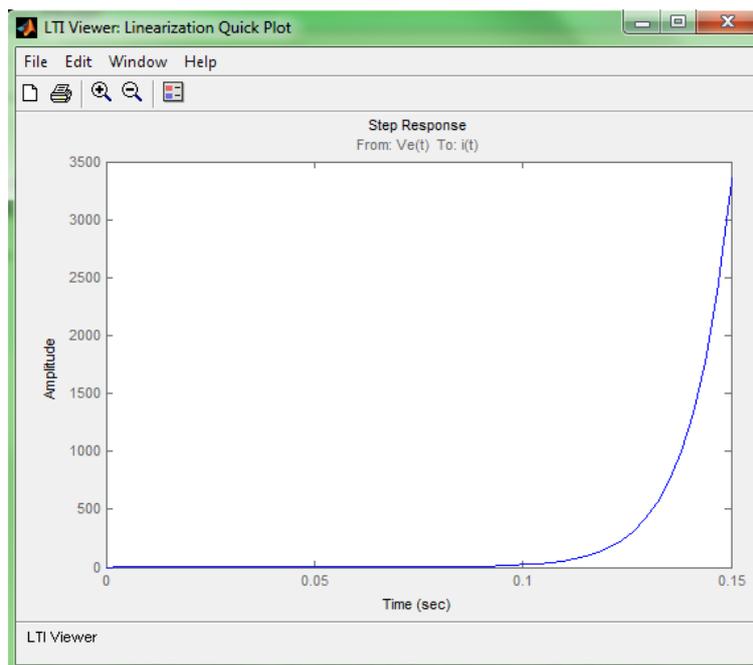


Fig-21. Réponse indicielle

De la même manière, pour tracer les diagrammes de Bode (diagramme d'amplitude et diagramme de phase), il suffit de choisir "**Bode response plot**" et puis cliquer sur "**Linearize model**":

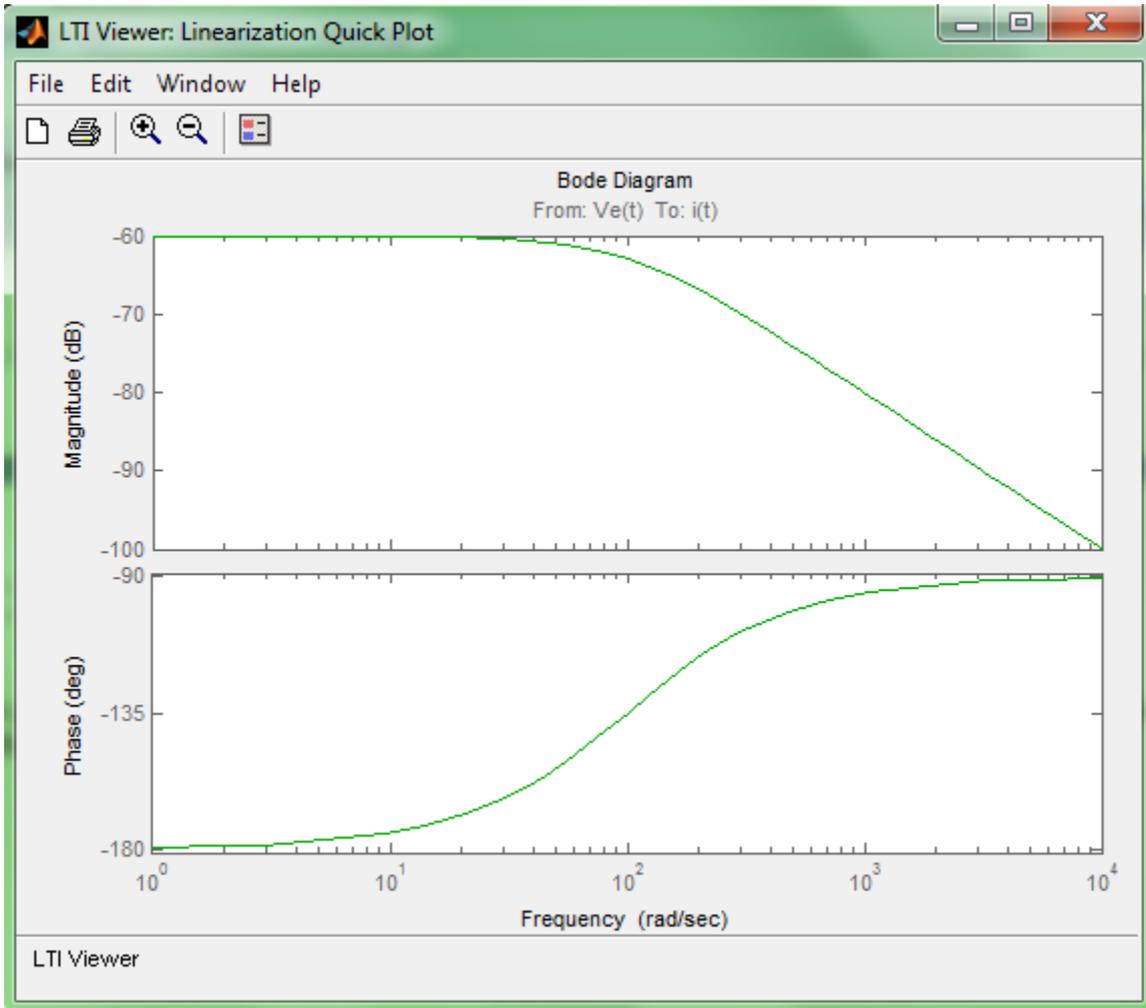
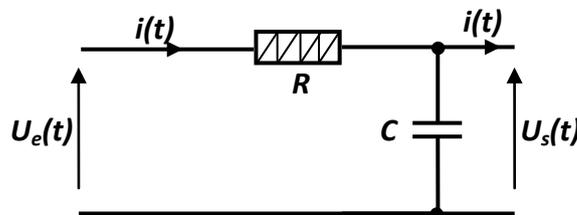


Fig-22. Diagrammes de Bode

Travail demandé: A déposer en version papier le jour de l'examen sans aucun retard.

$R=1000 \Omega$

$C=6 \mu F$



1. Etablir le schéma bloc du circuit **RC** représenté ci-dessus ($U_e(t)$ est l'entrée et $U_s(t)$ est la sortie).
2. Par la même méthode qu'on a vu dans le TP et en utilisant le logiciel MATLAB/Simulink, tracer :
 - a) La réponse indicielle et la réponse impulsionnelle du système;
 - b) Les diagrammes de Bode, Nyquist et Nichols.